Phát triển nông nghiệp bền vững dựa trên khoa học và công nghệ: Trường hợp nghiên cứu tại tỉnh Phú Thọ

Phùng Trung Thanh*, Nguyễn Đình Hải, Trần Thị Thơm
Trường Đại học Lâm nghiệp

Sustainable agricultural development based on science and technology: A case study in Phu Tho province

Phung Trung Thanh*, Nguyen Dinh Hai, Tran Thi Thom
Vietnam National University of Forestry
**Corresponding author: thanhpt@vnuf.edu.vn*

https://doi.org/10.55250/jo.vnuf.15.1.2026.128-136

Thông tin chung:
Ngày nhận bài: 15/09/2025
Ngày phản biện: 22/10/2025
Ngày quyết định đăng: 24/11/2025

Từ khóa:
Bền vững, chuyển đổi số, công nghệ truy xuất nguồn gốc, Internet vạn vật (IoT), quản lý nông nghiệp.

Keywords:
Agriculture management, digital transformation, Internet of Things (IoT), sustainability, traceability technology.

TÓM TẮT

Nghiên cứu này khám phá việc triển khai các công nghệ truy xuất nguồn gốc trong ngành nông nghiệp của tỉnh Phú Thọ (tại khu vực tỉnh Hòa Bình trước sát nhập). Là một phần trong nỗ lực chuyển đổi số của cả nước, các hệ thống truy xuất nguồn gốc đã trở thành công cụ quan trọng để nâng cao an toàn thực phẩm, tăng cường khả năng cạnh tranh trên thị trường toàn cầu và đảm bảo tính bền vững. Việc tích hợp các thiết bị Internet vạn vật (IoT), Hệ thống Thông tin Địa lý (GIS) và các nền tảng quản lý kỹ thuật số đã giúp các trang trại ở tỉnh Hòa Bình cũ theo dõi toàn bộ quy trình sản xuất, từ quản lý đầu vào đến thu hoạch sản phẩm. Mặc dù hệ thống thí điểm đã cho thấy nhiều lợi ích trong việc cải thiện tính minh bạch và hiệu quả hoạt động của trang trại, nhưng vẫn còn những thách thức trong việc đạt được khả năng truy xuất đầy đủ, đặc biệt là việc theo dõi chi tiết từ giai đoạn chăn nuôi đến sản phẩm cuối cùng. Nghiên cứu cũng nhấn mạnh những hạn chế mà nông dân quy mô nhỏ phải đối mặt, bao gồm rào cản tài chính và công nghệ, đồng thời nhấn mạnh tầm quan trọng của sự hỗ trợ từ Chính phủ và các mối quan hệ đối tác công - tư trong việc vượt qua những thách thức này. Kết quả của thí điểm cho thấy cần có sự nâng cấp và mở rộng thêm các hệ thống truy xuất nguồn gốc để đáp ứng các tiêu chuẩn quy định quốc tế và đảm bảo tính bền vững lâu dài cho ngành nông nghiệp Việt Nam.

ABSTRACT

This study explores the implementation of traceability technologies in the agricultural sector of Phu Tho province (the area of the former Hoa Binh province prior to the administrative merger). As part of the country's broader digital transformation efforts, traceability systems have become vital tools for enhancing food safety, increasing global market competitiveness, and ensuring sustainability. The integration of Internet of Things (IoT) devices, Geographic Information Systems (GIS), and digital management platforms has enabled farms in Hoa Binh (a former province) to track the entire production process, from input management to product harvesting. While the pilot system has demonstrated significant benefits in improving farm transparency and operational efficiency, challenges remain in achieving full traceability, particularly regarding detailed tracking from breeding to final product stages. This study also highlights the limitations faced by smallholder farmers, including financial and technological barriers, and emphasizes the importance of government support and public-private partnerships in overcoming these challenges. The results of the pilot indicate that further enhancements and scaling of traceability systems are necessary to meet international regulatory standards and to ensure the long-term sustainability of Vietnam's agricultural sector.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Việc ứng dụng công nghệ truy xuất nguồn gốc trong nông nghiệp Việt Nam đặc biệt tại các tỉnh như Hòa Bình cũ đã phản ánh xu thế chuyển đổi số quốc gia đồng thời là giải pháp trọng yếu nhằm thúc đẩy phát triển bền vững, bảo đảm an toàn thực phẩm và nâng cao năng lực cạnh tranh quốc tế. Trong bối cảnh hiện đại hóa nông nghiệp, hệ thống truy xuất nguồn gốc đã trở thành công cụ thiết yếu cho cả thị trường nội địa và xuất khẩu, đáp ứng nhu cầu ngày càng gia tăng của người tiêu dùng về tính minh bạch trong chuỗi cung ứng thực phẩm.

Hòa Bình, khu vực nghiên cứu làđịa phương có thế mạnh về nông sản, đặc biệt là cây ăn quả, đã trở thành điển hình trong việc tích hợp công nghệ truy xuất nguồn gốc. Việc áp dụng các nền tảng số cho phép sản phẩm nông nghiệp được theo dõi xuyên suốt từ sản xuất đến tiêu thụ, qua đó nâng cao hiệu quả kiểm soát chất lượng, đáp ứng tiêu chuẩn an toàn thực phẩm quốc tế và mở rộng cơ hội tiếp cận các thị trường giá trị cao.

Một trong những hướng ứng dụng nổi bật tại tỉnh Hòa Bình cũ là công nghệ Internet vạn vật (IoT). Các thiết bị IoT hỗ trợ giám sát các thông số môi trường sản xuất như độ ẩm đất, nhiệt độ và dịch hại – những yếu tố then chốt đối với quản lý quá trình canh tác [1]. Ở các vùng chuyên canh như Cao Phong, cảm biến IoT cung cấp dữ liệu theo thời gian thực, giúp tối ưu hóa sử dụng nước và phân bón. Các dữ liệu này được tích hợp vào hệ thống truy xuất nguồn gốc, bảo đảm quá trình sản xuất được ghi nhận đầy đủ từ vật tư đầu vào đến thời điểm thu hoạch. Người tiêu dùng, đặc biệt tại các thị trường phát triển, ngày càng coi trọng mức độ chi tiết này trong việc lựa chọn sản phẩm nông nghiệp [2].

Bên cạnh IoT, công nghệ viễn thám và hệ thống thông tin địa lý (GIS) đã được triển khai nhằm giám sát tài nguyên nông nghiệp và lâm nghiệp. Trong lĩnh vực lâm nghiệp, các công nghệ này cho phép theo dõi hiện trạng rừng, giám sát biến động sử dụng đất và bảo đảm khả năng truy xuất nguồn gốc gỗ khai thác. Điều này không chỉ góp phần thực hiện mục tiêu phát triển bền vững mà còn hỗ trợ ngăn chặn khai thác trái phép – vấn đề còn tồn tại trong ngành lâm nghiệp. Nhờ hệ thống truy xuất nguồn gốc, gỗ từ khu vực tỉnh Hòa Bình trước đây đáp ứng các tiêu chuẩn quốc tế về tính bền vững, gia tăng giá trị sản phẩm và phù hợp với các quy định thương mại toàn cầu, điển hình là quy định của Liên minh châu Âu về gỗ hợp pháp.

Ở cấp vĩ mô, Chính phủ Việt Nam đóng vai trò trung tâm trong thúc đẩy chuyển đổi số nông nghiệp, trong đó truy xuất nguồn gốc được xác định là trọng tâm. Các chính sách như Quyết định số 749/QĐ-TTg và Kế hoạch tái cơ cấu ngành nông nghiệp giai đoạn 2021–2025 đã tạo cơ sở cho việc ứng dụng công nghệ số, coi truy xuất nguồn gốc là công cụ nâng cao khả năng tiếp cận thị trường, bảo đảm an toàn sản phẩm và gia tăng tính cạnh tranh [3]. Tại khu vực tỉnh Hòa Bình cũ, chính quyền địa phương đã tích cực tổ chức các hội thảo và chương trình tập huấn nhằm nâng cao nhận thức và năng lực triển khai hệ thống truy xuất nguồn gốc cho nông dân. Những hoạt động này góp phần thúc đẩy quá trình số hóa và nâng cao giá trị thương mại của nông sản địa phương.

Các doanh nghiệp công nghệ nông nghiệp (Agritech) và cơ quan nghiên cứu cũng đóng vai trò quan trọng trong quá trình này. Các công ty khởi nghiệp như Mimosa TEK và Koina đã cung cấp giải pháp giúp nông hộ tự động hóa tưới tiêu và quản lý chuỗi cung ứng hiệu quả hơn. Mimosa TEK ứng dụng công nghệ IoT để tối ưu hóa tưới nước, đồng thời giảm chi phí và gia tăng năng suất. Koina kết nối trực tiếp nông dân với thị trường, bảo đảm sản phẩm được giám sát xuyên suốt chuỗi cung ứng, qua đó nâng cao chất lượng và tính minh bạch thương mại. Những sáng kiến này là nền tảng quan trọng để xây dựng hệ thống truy xuất nguồn gốc bền vững tại tỉnh Hòa Bình cũ [4, 5].

Trong lĩnh vực cây ăn quả – đặc biệt là cây có múi, nhóm sản phẩm xuất khẩu chủ lực – nông dân đã bắt đầu áp dụng công cụ số để

quản lý thông tin về quá trình trồng trọt, xử lý và vận chuyển. Dữ liệu thu thập được tích hợp vào cơ sở dữ liệu truy xuất nguồn gốc quốc gia, giúp các đối tác trong và ngoài nước dễ dàng tiếp cận thông tin về nguồn gốc, quy trình canh tác và chứng nhận chất lượng sản phẩm. Điều này có ý nghĩa đặc biệt quan trọng trong bối cảnh các thị trường lớn như Liên minh châu Âu và Hoa Kỳ yêu cầu hệ thống truy xuất chi tiết để đáp ứng quy định nhập khẩu.

Ngoài cây ăn quả, công nghệ truy xuất nguồn gốc còn được ứng dụng trong sản xuất lúa gạo và nuôi trồng thủy sản. Máy bay không người lái (drone) gắn camera và cảm biến cho phép giám sát tình trạng sinh trưởng của lúa, tối ưu hóa việc sử dụng phân bón và thuốc bảo vệ thực vật, từ đó giảm chi phí đầu vào và bảo đảm chất lượng gạo xuất khẩu. Trong nuôi trồng thủy sản, hệ thống truy xuất được áp dụng để quản lý toàn bộ vòng đời của cá và tôm nuôi, bảo đảm tính minh bạch về nguồn gốc và thực hành nuôi bền vững – yếu tố ngày càng được người tiêu dùng quốc tế quan tâm [4].

Mặc dù tỉnh Hòa Bình cũ đã đạt được những tiến bộ đáng kể trong triển khai công nghệ truy xuất nguồn gốc, song việc ứng dụng rộng rãi trên phạm vi cả nước vẫn còn gặp nhiều thách thức. Đối với nông hộ nhỏ lẻ, đặc biệt ở các khu vực xa trung tâm hoặc có điều kiện kinh tế khó khăn, rào cản lớn nhất nằm ở hạn chế về kiến thức kỹ thuật, nguồn lực tài chính và khả năng tiếp cận công cụ số. Nhằm giải quyết các khó khăn này, Chính phủ đã triển khai nhiều chương trình hỗ trợ, bao gồm cấp vốn, đào tạo và cung cấp nguồn lực để giúp nông dân nhỏ lẻ từng bước tích hợp hệ thống truy xuất nguồn gốc vào hoạt động sản xuất. Các dự án thí điểm, phối hợp với các tổ chức quốc tế như Chương trình Phát triển Liên Hợp Quốc (UNDP), đã được thiết kế nhằm chứng minh lợi ích dài hạn của truy xuất nguồn gốc không chỉ trong việc mở rộng thị trường mà còn trong nâng cao năng suất và giảm thiểu tác động môi trường [2].

Bộ Nông nghiệp và Phát triển Nông thôn cũng nhấn mạnh vai trò của quan hệ đối tác giữa khu vực tư nhân và các viện nghiên cứu trong thúc đẩy chuyển đổi số nông nghiệp. Những hợp tác này đóng vai trò then chốt trong việc phát triển và mở rộng các giải pháp truy xuất nguồn gốc có tính khả thi và phù hợp với đặc thù đa dạng của nông nghiệp Việt Nam. Bằng cách tiếp tục khuyến khích hợp tác công – tư, Việt Nam có thể bảo đảm ngay cả những nông hộ nhỏ cũng được tiếp cận và hưởng lợi từ công nghệ truy xuất, qua đó dân chủ hóa quyền tiếp cận công cụ số vốn thường chỉ khả thi đối với các trang trại quy mô lớn hoặc có mức độ công nghệ cao.

Tuy nhiên, các nỗ lực truy xuất tại tỉnh Hòa Bình cũ hiện mới dừng lại ở mức cung cấp thông tin cơ bản qua mã QR, chẳng hạn như tên sản phẩm và tên hộ sản xuất. Đây là bước khởi đầu quan trọng trong việc tăng cường minh bạch chuỗi cung ứng, song vẫn chưa hình thành hệ thống truy xuất toàn diện từ giai đoạn giống đến thu hoạch cuối cùng. Để khắc phục hạn chế này, các nghiên cứu hiện nay đang tập trung phát triển hệ thống chuyển đổi số toàn diện phục vụ quản lý nông nghiệp thông minh. Hệ thống này hướng tới việc cung cấp mã truy xuất chi tiết bao quát toàn bộ quy trình sản xuất trong các lĩnh vực nuôi trồng thủy sản, chăn nuôi gia súc và gia cầm. Nhờ đó, sản phẩm sẽ được quản lý xuyên suốt từ giai đoạn giống, chăm sóc đến sản xuất cuối cùng, góp phần nâng cao chất lượng và đáp ứng các tiêu chuẩn quốc tế [6, 7].

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Phương pháp thu thập thông tin, tài liệu và số liệu thứ cấp

- Thu thập thông tin về điều kiện tự nhiên, các yếu tố kinh tế – xã hội và chính sách tác động đến phát triển sản xuất nông nghiệp, phát triển trang trại và các hoạt động quản lý trang trại.

- Thu thập tài liệu về tình hình phát triển và kết quả sản xuất của các trang trại nuôi trồng thủy sản và các trang trại chăn nuôi (gia cầm, gia súc) trong khu vực.

- Thu thập thông tin về hiện trạng và mức độ ứng dụng công nghệ số trong quản lý trang trại, cũng như các quy trình cấp giấy chứng nhận truy xuất nguồn gốc cho sản phẩm thủy sản và chăn nuôi.

2.2. Phương pháp thu thập số liệu sơ cấp

Số liệu sơ cấp được thu thập thông qua khảo sát và phỏng vấn trực tiếp với ba nhóm đối tượng: (i) cán bộ quản lý các cấp trong lĩnh vực nông nghiệp, thống kê, tài nguyên môi trường và thị trường; (ii) chủ trang trại chăn nuôi gia súc, gia cầm và nuôi trồng thủy sản; (iii) người tiêu dùng, bao gồm cá nhân, cơ sở chế biến và doanh nghiệp. Nội dung khảo sát tập trung vào chu kỳ sản xuất, quy trình quản lý trang trại, mức độ ứng dụng công nghệ số và nhận thức của các bên liên quan đối với hệ thống truy xuất nguồn gốc. Phương pháp khảo sát kết hợp bảng hỏi cấu trúc sẵn và phỏng vấn bán cấu trúc. Mẫu khảo sát gồm 30 cán bộ quản lý, 10 chủ trang trại và 100 người tiêu dùng/cơ sở/doanh nghiệp, được lựa chọn theo phương pháp ngẫu nhiên.

2.3. Mô hình xoắn ốc kết hợp với phương pháp lặp

Trong quá trình thiết kế và thử nghiệm hệ thống truy xuất nguồn gốc, nghiên cứu áp dụng mô hình xoắn ốc kết hợp phương pháp lặp. Cách tiếp cận này cho phép triển khai đồng thời các bước hoạch định, phân tích rủi ro, phát triển phiên bản thử nghiệm và đánh giá của người sử dụng. Việc lặp lại theo chu kỳ giúp phát hiện, điều chỉnh sai sót kịp thời và hoàn thiện dần hệ thống, đảm bảo tính linh hoạt và hiệu quả hơn so với mô hình tuyến tính truyền thống.

2.4. Phương pháp phát triển linh hoạt (Agile Development Methodology)

Phương pháp Agile khuyến khích các nhóm làm việc tự tổ chức trong quá trình triển khai dự án, đồng thời tăng cường sự hợp tác và cải tiến phương pháp. Các quy trình chính bao gồm:

– *Lập kế hoạch:* Ở giai đoạn đầu của mỗi vòng phát triển , nhóm phát triển, quản lý và chủ sản phẩm cùng họp để lập kế hoạch; trong đó, chủ sản phẩm trình bày chi tiết sản phẩm và dự báo mục tiêu của vòng phát triển.

– *Họp ngắn hằng ngày:* Các cuộc họp diễn ra hằng ngày giữa nhóm phát triển, quản lý Scrum và chủ sản phẩm để thảo luận tiến độ và những khó khăn, qua đó thúc đẩy tính minh bạch và trách nhiệm của các thành viên.

2.5. Phương pháp số hóa và GIS

Công nghệ số hóa dữ liệu và Hệ thống thông tin địa lý (GIS) được sử dụng để thu thập, lưu trữ và xử lý dữ liệu không gian phục vụ cho việc quản lý và giám sát sản xuất nông nghiệp. GIS hỗ trợ việc tích hợp dữ liệu bản đồ và thông tin thực địa, tạo cơ sở cho việc theo dõi chuỗi sản xuất, truy xuất nguồn gốc sản phẩm và lập kế hoạch phát triển bền vững.

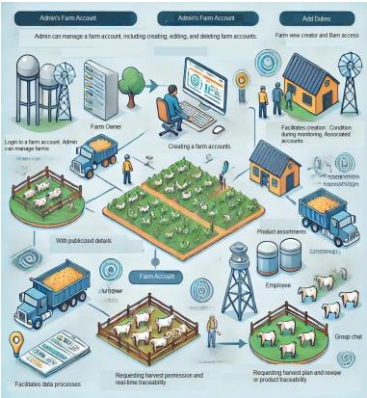
2.6. Phương pháp xử lý và phân tích dữ liệu

Xử lý và phân tích dữ liệu là một phần thiết yếu trong nghiên cứu, bao gồm xác định vấn đề nghiên cứu, thu thập dữ liệu, xử lý và phân tích. Trọng tâm của phân tích dữ liệu là suy luận thống kê, tức là mở rộng kết quả thu được từ một mẫu ngẫu nhiên ra toàn bộ tổng thể nghiên cứu.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Quy trình vận hành

Để mô tả rõ hơn cách thức hoạt động của hệ thống, quy trình quản lý và vận hành phần mềm được khái quát thành sơ đồ ở Hình 1.



Hình 1. Hình ảnh mô tả quy trình vận hành phần mềm

Phần mềm bao gồm các hoạt động chính như sau:

– Quản lý tài khoản trang trại: Quản trị viên (QTV) có thể tạo, chỉnh sửa và xóa tài khoản trang trại; đồng thời quản lý các thông tin thiết yếu liên quan đến trang trại và nhân sự.

– Tạo tài khoản trang trại: Chủ trang trại hoặc QTV đăng nhập hệ thống để tạo tài khoản cho các trang trại, bao gồm thông tin về sản phẩm, nhân sự và quy trình vận hành.

– Giám sát và theo dõi: Hệ thống hỗ trợ giám sát các hoạt động của trang trại như chăn nuôi, trồng trọt và quy trình sản xuất. Mỗi bước đều có thể được theo dõi và ghi nhận nhằm bảo đảm hoạt động thông suốt.

– Kế hoạch thu hoạch và truy xuất nguồn gốc: Người dùng có thể gửi yêu cầu cấp phép thu hoạch và theo dõi truy xuất nguồn gốc sản phẩm theo thời gian thực.

– Công khai thông tin: Các thông tin về trang trại, sản phẩm và hoạt động vận hành có thể được công khai, góp phần đảm bảo tính minh bạch trong quản lý dữ liệu và giao dịch.

3.2. Kết quả thí điểm

Nghiên cứu thí điểm được tiến hành nhằm đánh giá hiệu quả của hệ thống quản lý chăn nuôi số, với mục tiêu tối ưu hóa hoạt động trang trại, nâng cao tính minh bạch và cung cấp hồ sơ chi tiết thông qua quản lý và báo cáo dữ liệu tự động. Hệ thống đã được triển khai thử nghiệm tại một số trang trại để đánh giá tính khả dụng cũng như tác động đối với hiệu quả vận hành, đặc biệt trong các khía cạnh chăm sóc vật nuôi, lưu trữ hồ sơ và kết quả tài chính. Phần này trình bày các kết quả chính thu được từ nghiên cứu thí điểm, đồng thời phân tích tiềm năng mở rộng quy mô của hệ thống.

3.2.1. Thiết lập và tổng quan thông tin trang trại

Ở giai đoạn đầu của nghiên cứu thí điểm, các trang trại được thiết lập thông qua Phân hệ Thông tin Trang trại của hệ thống. Phân hệ này cho phép người dùng nhập vào các thông tin chi tiết về trang trại, bao gồm:

– Loại vật nuôi: Các loại vật nuôi khác nhau như gia cầm, lợn và bò.

– Công suất sản xuất dự kiến: Số lượng vật nuôi hoặc sản lượng ước tính.

– Thông tin liên hệ: Dữ liệu về chủ trang trại và người quản lý nhằm phục vụ lưu trữ hồ sơ và liên lạc.

Để minh họa trực quan hơn các dữ liệu được nhập vào hệ thống, thông tin trang trại được thể hiện trong Hình 2.

Hình 2. Minh họa thông tin trang trại

Việc thiết lập này đã cung cấp một hồ sơ tổng thể cho từng trang trại, bảo đảm dữ liệu trang trại được lưu trữ chính xác và sẵn sàng cho việc theo dõi. Hệ thống đã đơn giản hóa quy trình khởi tạo, chỉ yêu cầu nỗ lực tối thiểu từ phía người dùng, nhờ đó ngay cả những người có ít kinh nghiệm công nghệ cũng có thể quản lý dữ liệu trang trại một cách hiệu quả. Giai đoạn này đóng vai trò then chốt trong việc liên kết hồ sơ trang trại với các quy trình quản lý tổng thể.

3.2.2. Định vị địa lý trang trại thông qua Google Maps

Sau khi hoàn tất thiết lập, các trang trại

được định vị địa lý nhờ tích hợp với Google Maps. Tính năng này cho phép hiển thị trực quan vị trí của từng trang trại, hỗ trợ công tác quản lý hậu cần, quy hoạch vùng và quản lý nhiều trang trại trong cùng một hệ thống. Giao diện bản đồ cũng cung cấp cái nhìn tổng quan về sự phân bố địa lý của các hoạt động chăn nuôi, từ đó tạo điều kiện cho việc giám sát trang trại theo vùng và phân bổ nguồn lực hợp lý. Để minh họa rõ hơn, vị trí các trang trại được thể hiện trên bản đồ ở Hình 3.

Hình 3. Vị trí trang trại

3.2.3. Tạo lập và quản lý lô vật nuôi

Tiếp theo, hệ thống hỗ trợ việc tạo và theo dõi các lô vật nuôi. Mỗi lô được gán một mã định danh duy nhất, bao gồm:

– Tên lô: Nhãn tùy chỉnh để nhận diện.

– Quy mô quần thể: Số lượng vật nuôi trong mỗi lô.

Việc theo dõi từng lô riêng biệt cung cấp thông tin chi tiết về năng suất và tình trạng sức khỏe của từng nhóm vật nuôi. Khả năng giám sát đồng thời nhiều lô cho phép so sánh giữa các nhóm sản xuất khác nhau, từ đó tối ưu hóa việc chăm sóc cho từng nhóm.

3.2.4. Giám sát chăm sóc vật nuôi: nhật ký cho ăn, thuốc men và vệ sinh

Một trong những tính năng quan trọng của hệ thống là Phân hệ Nhật ký Chăm sóc, nơi ghi lại các hoạt động chăm sóc vật nuôi hằng ngày. Phân hệ này cho phép người chăn nuôi nhập các dữ liệu quan trọng như:

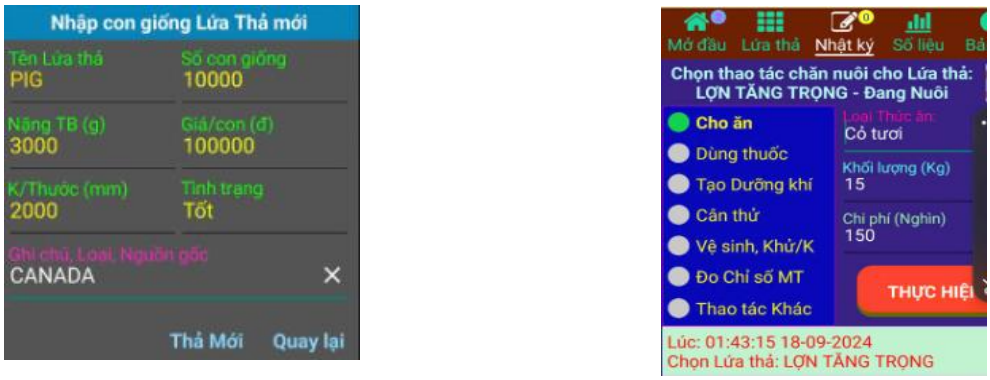
– Lịch cho ăn: Loại thức ăn và khẩu phần cung cấp.

– Hồ sơ thuốc men: Các loại vắc-xin và phương pháp điều trị đã áp dụng.

– Theo dõi cân nặng: Kiểm tra định kỳ sự phát triển của vật nuôi.

– Quy trình vệ sinh: Bảo đảm vệ sinh cho vật nuôi và môi trường chăn nuôi.

Để minh họa trực quan hơn các chức năng trên, các hoạt động chăm sóc vật nuôi được mô tả trong Hình 4.



Hình 4. Mô tả các hoạt động của trang trại

Nhật ký chăm sóc cung cấp hồ sơ chi tiết và liên tục về quá trình chăm sóc vật nuôi, có thể được tham chiếu trong các đợt kiểm tra sức khỏe hoặc rà soát nội bộ. Việc tự động hóa các hồ sơ này giúp giảm khối lượng công việc thủ công cho người chăn nuôi, đồng thời bảo đảm tính chính xác trong việc tuân thủ các tiêu chuẩn phúc lợi động vật. Việc thu thập dữ liệu toàn diện cũng tạo điều kiện cho việc phân tích các mô hình về sức khỏe và hành vi của vật nuôi.

3.2.5. Báo cáo chi tiết và biểu diễn đồ họa

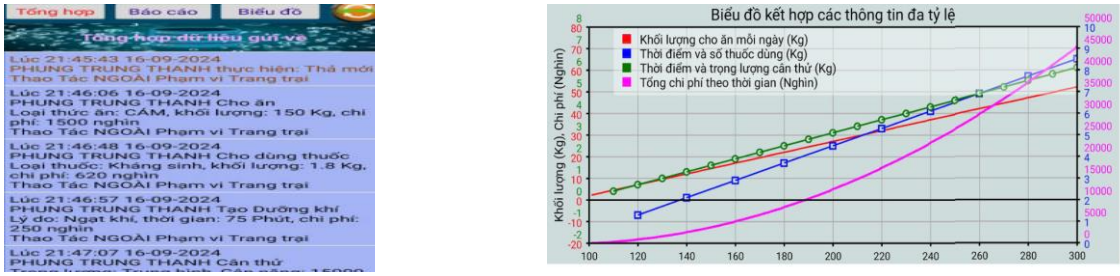
Tính năng báo cáo của hệ thống cho phép tạo ra các báo cáo vận hành chi tiết và biểu đồ trực quan, giúp người chăn nuôi có được phân tích chuyên sâu về hoạt động trang trại. Các chỉ số chính được thể hiện trong báo cáo bao gồm:

– Xu hướng tăng trưởng của vật nuôi: Dựa trên dữ liệu cân nặng theo thời gian.

– Lịch sử sử dụng thuốc: Theo dõi các biện pháp điều trị cho từng lô vật nuôi.

– Mức tiêu thụ thức ăn: Thông tin về lịch cho ăn và khối lượng thức ăn đã cung cấp.

Các báo cáo cung cấp cái nhìn trực quan về xu hướng tăng trưởng, sử dụng thuốc và mức tiêu thụ thức ăn được thể hiện ở Hình 5.



Hình 5. Thống kê các hoạt động của trang trại

Việc tích hợp dữ liệu dưới dạng đồ họa giúp người chăn nuôi quan sát trực quan các xu hướng, từ đó đưa ra quyết định phù hợp trong việc điều chỉnh khẩu phần ăn, thuốc men hoặc quy trình chăm sóc. Các báo cáo tự động này mang lại những thông tin quan trọng trong việc tối ưu hóa sử dụng nguồn lực và nâng cao năng suất.

3.2.6. Phân tích thu hoạch và lợi nhuận

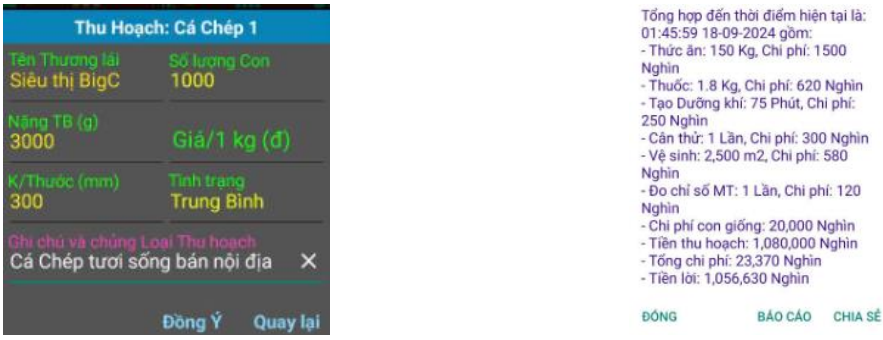
Hệ thống theo dõi toàn bộ vòng đời của từng lô vật nuôi, kết thúc bằng giai đoạn thu hoạch. Trong giai đoạn này, các dữ liệu về số lượng vật nuôi được thu hoạch, giá thị trường và chi phí (như thức ăn và chi phí y tế) được ghi nhận. Nhờ đó có thể tính toán:

– Tổng doanh thu: Từ việc bán vật nuôi.

– Tổng chi phí: Bao gồm thức ăn, nhân công và chi phí chăm sóc.

– Lợi nhuận ròng: Phân tích tài chính tổng thể về hoạt động của trang trại.

Như trình bày trong Hình 6, hệ thống thống kê kết quả hoạt động và doanh thu của từng lô, giúp người chăn nuôi đánh giá khả năng sinh lợi và hỗ trợ đưa ra các quyết định chiến lược.



Hình 6. Thống kê kết quả hoạt động và doanh thu

Phân hệ này giúp người chăn nuôi có cái nhìn rõ ràng về khả năng sinh lợi, đồng thời hỗ trợ họ đưa ra các quyết định chiến lược liên quan đến những lô nuôi trong tương lai, việc tham gia thị trường và phân bổ nguồn lực.

3.2.7. Tạo mã QR để đảm bảo minh bạch và truy xuất nguồn gốc

Để tăng cường tính minh bạch và khả năng truy xuất trong quản lý chăn nuôi, hệ thống đã tạo mã QR cho từng lô vật nuôi tại thời điểm bán. Mã QR này chứa toàn bộ lịch sử của lô, bao gồm:

- Nhật ký chăm sóc: Thông tin về cho ăn, thuốc men và vệ sinh.
- Hồ sơ tăng trưởng: Kiểm tra cân nặng và các chỉ số sức khỏe.
- Thông tin thu hoạch: Chi tiết bán hàng và kết quả tài chính cuối cùng.

Hình 7 minh họa cách mã QR hiển thị toàn bộ hoạt động của trang trại, từ chăm sóc, tăng trưởng đến thu hoạch, cho phép người tiêu dùng và cơ quan quản lý truy cập thông tin một cách nhanh chóng và thuận tiện.

LỢN GIỐNG
TT: Trại Heo Cuối Hạ
22:08:04 16-09-2024

Hình 7. Mã QR hiển thị toàn bộ hoạt động của trang trại

Mã QR có thể được quét bởi người tiêu dùng hoặc cơ quan quản lý để xác minh hành trình từ trang trại đến thị trường của vật nuôi, bảo đảm rằng toàn bộ quy trình đều minh bạch và sản phẩm đáp ứng các tiêu chuẩn về an toàn và sức khỏe. Tính năng này đóng vai trò then chốt trong việc xây dựng niềm tin với người tiêu dùng cũng như tuân thủ các quy định về an toàn thực phẩm.

3.3. Thảo luận

Việc triển khai công nghệ truy xuất nguồn gốc trong ngành nông nghiệp tại tỉnh Hòa Bình cũ đã cho thấy những kết quả khả quan, đặc biệt trong việc tăng cường tính minh bạch, bảo đảm an toàn thực phẩm và nâng cao hiệu quả vận hành. Nghiên cứu thí điểm đã làm nổi bật một số lợi ích chính, chẳng hạn như khả năng của hệ thống trong việc tinh giản quản lý trang trại thông qua tự động hóa quy trình và cung cấp thông tin theo thời gian thực về hoạt động sản xuất. Sự tích hợp giữa các thiết bị IoT, công nghệ GIS và các nền tảng quản lý số đã giúp theo dõi tốt hơn các yếu tố đầu vào và đầu ra, từ giai đoạn chăn nuôi đến sản phẩm cuối cùng. Điều này không chỉ bảo đảm tuân thủ các tiêu chuẩn an toàn thực phẩm quốc tế mà còn nâng cao năng lực cạnh tranh của các trang trại địa phương trên thị trường toàn cầu.

Tuy nhiên, bên cạnh những tiến bộ đã đạt được, hệ thống truy xuất nguồn gốc hiện nay vẫn tồn tại những hạn chế. Chẳng hạn, công nghệ mã QR hiện tại chủ yếu tập trung vào việc hiển thị các thông tin cơ bản như tên sản phẩm và nguồn gốc trang trại, nhưng chưa cung cấp được bức tranh toàn diện về toàn bộ quy trình sản xuất. Để khắc phục khoảng trống này, các hoạt động nghiên cứu và phát triển liên tục là cần thiết nhằm xây dựng những hệ thống vững chắc hơn, có khả năng theo dõi toàn bộ vòng đời của sản phẩm nông nghiệp. Việc phát triển các hệ thống quản lý trang trại thông minh có thể bao phủ cả nuôi trồng thủy sản, chăn nuôi và trồng trọt sẽ đóng vai trò quan trọng trong việc đáp ứng nhu cầu ngày càng cao của thị trường quốc tế, nơi mà truy xuất chi tiết đang trở thành một yêu cầu bắt buộc.

Hơn nữa, việc áp dụng rộng rãi các công nghệ này tại Việt Nam còn gặp nhiều thách thức, đặc biệt đối với các hộ nông dân nhỏ lẻ, những người có thể thiếu nguồn lực tài chính, kiến thức kỹ thuật hoặc khả năng tiếp cận công cụ số. Các sáng kiến của chính phủ, chẳng hạn như các chương trình đào tạo và hỗ trợ tài chính, đã góp phần quan trọng trong việc giúp nông dân tiếp cận công nghệ, song vẫn cần thêm nhiều nỗ lực để bảo đảm ngay

cả những cộng đồng yếu thế nhất cũng có thể hưởng lợi từ chuyển đổi số. Sự hợp tác giữa khu vực công, doanh nghiệp tư nhân và các viện nghiên cứu sẽ đóng vai trò then chốt trong việc nhân rộng các đổi mới và phổ cập công nghệ truy xuất nguồn gốc.

Nhìn chung, kết quả của nghiên cứu này cho thấy mặc dù các hệ thống truy xuất nguồn gốc tại tỉnh Hòa Bình cũ đã có những bước tiến đáng kể, song vẫn cần tiếp tục cải thiện và đầu tư vào hạ tầng số để bảo đảm tính bền vững và khả năng mở rộng lâu dài.

4. KẾT LUẬN

Việc ứng dụng công nghệ truy xuất nguồn gốc trong lĩnh vực nông nghiệp tại tỉnh Hòa Bình cũ đánh dấu một bước tiến quan trọng trong quá trình hiện đại hóa nông nghiệp Việt Nam. Khả năng theo dõi sản phẩm từ trang trại đến tay người tiêu dùng không chỉ nâng cao tính minh bạch, bảo đảm tuân thủ các tiêu chuẩn an toàn quốc tế mà còn mở ra những cơ hội mới cho nông dân trên thị trường toàn cầu. Tuy nhiên, các hệ thống hiện tại vẫn đang trong giai đoạn phát triển và cần được hoàn thiện hơn nữa, đặc biệt trong việc cung cấp khả năng truy xuất toàn bộ vòng đời sản phẩm ở tất cả các giai đoạn sản xuất.

Sự thành công của các hệ thống này sẽ phụ thuộc vào sự hợp tác liên tục giữa các cơ quan quản lý nhà nước, doanh nghiệp công nghệ tư nhân và người nông dân địa phương. Việc giải quyết những thách thức mà nông hộ nhỏ đang gặp phải, bao gồm hạn chế về tài chính và rào cản kỹ thuật là yếu tố then chốt để bảo đảm công nghệ truy xuất nguồn gốc có thể được nhân rộng trên phạm vi toàn quốc. Với sự hỗ trợ phù hợp và đổi mới liên tục khu vực nghiên cứu có tiềm năng trở thành mô hình mẫu cho việc tích hợp thành công công nghệ số trong nông nghiệp, góp phần nâng cao tính bền vững và khả năng cạnh tranh của ngành nông nghiệp Việt Nam.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1]. Thu Hằng (2024). Thúc đẩy phát triển sản xuất nông nghiệp an toàn. https://www.vietnam.vn/thuc-day-phat-trien-san-xuat-nong-nghiep-an-toan.

[2]. United Nations Development Programme (UNDP) (2021). Supporting smallholder farmers in Vietnam with digital transformation initiatives.

[3]. Ministry of Agriculture and Rural Development (MARD) (2020). Decision No. 749/QD-TTg on Agricultural Restructuring Plan 2021-2025.

[4]. Tuoitrenews (2020). Vietnamese startup employs IT to empower farmers. https://tuoitrenews.vn/news/features/20200921/vietnamese-startup-employs-it-to-empower-farmers/56874.html.

[5]. World Bank (2022). The role of IoT in modernizing Vietnam's agriculture.

[6]. Tổng cục thống kê tỉnh Hòa Bình (2022). Niên giám Hòa Bình 2022. https://thongkehoabinh.gso.gov.vn/NienGiam/niengiam2022/mobile/index.html.

[7]. Bộ thông tin và truyền thông Hòa Bình đẩy mạnh chuyển đổi số để phát triển kinh tế nông nghiệp. https://tmdt.mic.gov.vn/tin-tuc-hoat-dong/hoat-dong-chuong-trinh/hoa-binh-chuyen-doi-so-thuc-day-san-xuat-nong-nghiep-sang-kinh-te-nong-nghiep-2339.html.

[8]. Nguyen, D. L., Nguyen, V. H., & Le, T. H. (2025). Digital technology adoption and its impact on household agricultural productivity. Journal of Agriculture and Food Research. 16: 100912. DOI: 10.1016/j.jafr.2025.100912

[9]. Tran, D. T., Pham, T. H., & Hoang, N. V. (2025). Perception and factors affecting farmers' adoption of smart agriculture. Global Transitions. 8: 108–119. DOI: 10.1016/j.glt.2025.01.007

[10]. Ministry of Agriculture and Environment of Viet Nam (2025). Ministry implements five key breakthrough solutions in science and technology. https://en.mae.gov.vn/ministry-of-agriculture-and-environment-implements-5-key-breakthrough-solutions-in-science-and-technology-8886.htm